

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

DAI, Keisuke et al.  
May 10 2001  
ESCE  
(703) 205 2000  
0038-0858P

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

J1033 U.S. PTO  
09/852267  
05/10/01

出願年月日  
Date of Application:

2001年 1月25日

出願番号  
Application Number:

特願2001-016858

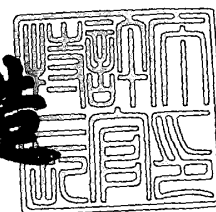
出願人  
Applicant(s):

日信工業株式会社

2001年 3月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3014189

【書類名】 特許願

【整理番号】 P0151014

【提出日】 平成13年 1月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B22D 21/04

【発明の名称】 鑄造方法及び鑄造装置

【請求項の数】 16

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県上田市大字国分 8 4 0 番地 日信工業株式会社内

    【氏名】 伴 恵介

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県上田市大字国分 8 4 0 番地 日信工業株式会社内

    【氏名】 春原 昭

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県上田市大字国分 8 4 0 番地 日信工業株式会社内

    【氏名】 笹木 泰弘

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県上田市大字国分 8 4 0 番地 日信工業株式会社内

    【氏名】 萩原 晃一

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県上田市大字国分 8 4 0 番地 日信工業株式会社内

    【氏名】 中谷 朔三

【特許出願人】

    【識別番号】 000226677

    【氏名又は名称】 日信工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100077621

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 綿貫 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100092819

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀米 和春

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006725

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702497

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 鑄造方法及び鑄造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属の溶湯を成形型のキャビティ内に注湯し、所望形状の成形品を鑄造する際に、

該成形型のキャビティ内で溶湯と還元性化合物とを接触せしめ、前記溶湯の表面に形成された酸化皮膜を還元しつつ鑄造すると共に、

前記成形型として、前記溶湯を注入する注湯口とキャビティとの間に押湯部が形成され、且つ前記押湯部とキャビティとの間に、前記押湯部に注湯された溶湯の冷却速度がキャビティに注湯された溶湯よりも遅くなる冷却速度差が付与されるように、前記押湯部がキャビティよりも高断熱性に形成されて成る成形型を使用し、

前記成形型のキャビティに注湯された溶湯が凝固して収縮したとき、前記押湯部の少なくとも一部の溶湯がキャビティ内に流入して補充することを特徴とする鑄造方法。

【請求項 2】 キャビティに注湯された溶湯の冷却速度を、 $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上とすると共に、押湯部に注湯された溶湯の冷却速度を、 $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 未満とする請求項 1 記載の鑄造方法。

【請求項 3】 金属の溶湯として、アルミニウム又はその合金の溶湯を用い、キャビティに注湯された溶湯の冷却速度を、凝固されたアルミニウム又はその合金の樹枝状結晶の間隔が平均で  $25\mu\text{m}$  未満となるように調整すると共に、押湯部に注湯された溶湯の冷却速度を、凝固されたアルミニウム又はその合金の樹枝状結晶の間隔が平均で  $25\mu\text{m}$  以上となるように調整する請求項 1 又は請求項 2 記載の鑄造方法。

【請求項 4】 成形型として、押湯部の内壁面に断熱性塗型剤の塗布等の断熱処理を施し、キャビティの内壁面には前記断熱処理を施さなかった成形型を用いる請求項 1～3 のいずれか一項又は請求項 2 記載の鑄造方法。

【請求項 5】 成形型として、押湯部が形成された成形型の部分が、前記成形型のキャビティ部を形成する材料よりも高断熱性の材料で形成されて成る成形

型を用いる請求項 1 ～ 3 のいずれか一項記載の鑄造方法。

【請求項 6】 成形型として、押湯部が形成された成形型の部分が、前記成形型のキャビティ部と分割可能に組み立てられて成る成形型を用いる請求項 1 ～ 5 のいずれか一項記載の鑄造方法。

【請求項 7】 成形型として、押湯部が形成された成形型の部分に、前記押湯部に溶湯を導入する溶湯導入路と、前記キャビティ内で還元性化合物が生成されるように、前記還元性化合物の原料をキャビティ内に導入する導入路が形成されている請求項 1 ～ 6 のいずれか一項記載の鑄造方法。

【請求項 8】 金属の溶湯として、アルミニウム又はその合金の溶湯を用い、且つ還元性化合物として、原料としてのマグネシウムガスと窒素ガスとを反応して得られるマグネシウム窒素化合物を用いる請求項 1 ～ 7 のいずれか一項記載の鑄造方法。

【請求項 9】 金属の溶湯と還元性化合物とが成形型のキャビティ内で接触し、前記溶湯の表面に形成された酸化皮膜を還元して鑄造する還元鑄造に用いられる鑄造装置であって、

該成形型の溶湯を注入する注湯口とキャビティとの間に、前記キャビティに注湯された溶湯が凝固して収縮したとき、前記キャビティ内に流入して補充する溶湯を貯留する押湯部が形成され、

且つ前記押湯部に注湯された溶湯の冷却速度がキャビティに注湯された溶湯よりも遅くなる冷却速度差が付与されるように、前記押湯部がキャビティよりも高断熱性に形成されていることを特徴とする鑄造装置。

【請求項 1 0】 押湯部の断熱性が、前記押湯部に注湯された溶湯の冷却速度が 5 0 0 ℃ / 分未満となるように調整されていると共に、キャビティの断熱性が、前記キャビティに注湯された溶湯の冷却速度が 5 0 0 ℃ / 分以上となるように調整されている請求項 9 記載の鑄造装置。

【請求項 1 1】 キャビティ及び押湯部の断熱性が、金属の溶湯として、アルミニウム又はその合金の溶湯を用いたとき、前記キャビティに注入された前記溶湯の冷却速度が、凝固されたアルミニウム又はその合金の樹枝状結晶の間隔が 2 5  $\mu$  m 未満となるように調整されていると共に、前記押湯部に注湯された前記

溶湯の冷却速度が、凝固されたアルミニウム又はその合金の樹枝状結晶の間隔が  $25\mu\text{m}$  以上となるように調整されている請求項 9 又は請求項 10 記載の鑄造装置。

【請求項 12】 押湯部が、その内壁面に断熱性塗型剤の塗布等の断熱処理が施され、キャビティの内壁面には、前記断熱処理が施されていない請求項 9 ～ 11 のいずれか一項記載の鑄造装置。

【請求項 13】 押湯部が形成された成型型の部分が、前記成型型のキャビティ部を形成する材料よりも高断熱性の材料で形成されている請求項 9 ～ 11 のいずれか一項記載の鑄造装置。

【請求項 14】 押湯部が形成された成型型の部分が、前記成型型のキャビティ部と分割可能に組み立てられている請求項 9 ～ 13 のいずれか一項記載の鑄造装置。

【請求項 15】 押湯部が形成された成型型の部分に、前記押湯部に溶湯を導入する溶湯導入路と、前記キャビティ内で還元性化合物が生成されるように、前記還元性化合物の原料をキャビティ内に導入する導入路が形成されている請求項 9 ～ 14 のいずれか一項記載の鑄造装置

【請求項 16】 押湯部の体積が、キャビティの体積に対して 5 ～ 20 % である請求項 10 ～ 15 のいずれか一項記載の鑄造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は鑄造装置及び鑄造方法に関し、更に詳細には金属の溶湯を成型型のキャビティ内に注湯し、所望形状の成形品を鑄造する鑄造方法及び鑄造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

アルミニウム鑄造方法には、種々の方法があるが、例えば、重力鑄造法は、鑄造品の質の良さ、成型型の簡易さ等の多くの利点を有する。

かかる成型型を図 8 に示す。図 8 に示す成型型 100 は、金属製であって、下

型 1 0 2 a と上型 1 0 2 b との分割型である。かかる下型 1 0 2 a と上型 1 0 2 b とによって、所望形状の成形品が鑄造されるキャビティ 1 0 4 が形成される。

この上型 1 0 2 b には、アルミニウム又はその合金の溶湯を注湯する注湯口 1 0 6 とキャビティ 1 0 4 との間に押湯部 1 0 8 が形成され、キャビティ 1 0 4 に注湯された際に、キャビティ 1 0 4 内の空気を抜く空気抜き孔 1 1 0, 1 1 0 ・ も形成されている。

ところで、アルミニウム又はその合金の溶湯が凝固する際には、約 3 % 程度の収縮が発生する。このため、キャビティ 1 0 4 に充填された溶湯の凝固によって生じる収縮は、得られる成形品にヒケ等の欠点として発現する。この点、図 8 に示す成形型 1 0 0 では、キャビティ 1 0 4 に充填された溶湯の凝固に伴う収縮に因って押湯部 1 0 8 側に生じる隙間を、押湯部 1 0 8 に充填された溶湯の一部が流入して補填し、成形品のヒケ等の発生を防止している。

更に、アルミニウム又はその合金の溶湯は、その表面に形成された酸化皮膜によって表面張力が高くなるため、流動性や湯周性等が低下し、成形型 1 0 0 の転写性を阻害する。このため、図 8 に示す成形型 1 0 0 の押湯部 1 0 8 及びキャビティ 1 0 4 の内壁面には、酸化皮膜が表面に形成された溶湯の流動性等を向上し得る塗型剤が塗布される。

### 【 0 0 0 3 】

この様な図 8 に示す成形型 1 0 0 を用いてアルミニウム鑄造する際には、アルミニウム又はその合金の溶湯を成形型 1 0 0 の注湯口 1 0 6 に注湯し、空気抜き孔 1 1 0, 1 0 0 ・ ・ から空気を抜きつつキャビティ 1 0 4 及び押湯部 1 0 8 に溶湯を充填する。

次いで、溶湯がキャビティ 1 0 4 等に充填された成形型 1 0 0 を放冷することによって、キャビティ 1 0 4 内の溶湯を凝固する。かかるキャビティ 1 0 4 内の溶湯の凝固に伴う収縮に因って発生する押湯部 1 0 8 側の隙間は、押湯部 1 0 8 の溶湯の一部がキャビティ 1 0 4 内に流下して補充される。

しかし、図 8 に示す成形型 1 0 0 を用いた従来のアルミニウム鑄造方法では、押湯部 1 0 8 及びキャビティ 1 0 4 の内壁面に、酸化皮膜が表面に形成された溶湯の流動性等を向上し得る塗型剤を塗布した成形型（以下、塗型と称することが

ある) を使用しなければならず、塗型剤の塗布箇所や塗膜厚さ等には長年の熟練を必要とした。しかも、依然として、塗型剤の塗膜厚さを均一とすることは至難のことであり、得られた成形品は、その表面が荒れ面となり、良好な外観とは言えないものであった。

## 【 0 0 0 4 】

かかる従来のアルミニウム鑄造方法に対し、本発明者の二人は、先に特願 2 0 0 0 - 1 0 8 0 7 8 において、塗型を用いることなく良好な外観のアルミニウム成形品を得ることのできる改良されたアルミニウム鑄造方法について提案した。

この改良されたアルミニウム鑄造方法では、図 9 に示す様に、先ず、成型型 1 0 0 のキャビティ 1 0 4 に還元性化合物であるマグネシウム窒素化合物 ( $Mg_3N_2$ ) を導入した後、アルミニウム又はその合金の溶湯を注湯する。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

かかる改良されたアルミニウム鑄造方法は、成型型 1 0 0 のキャビティ 1 0 4 に、予め還元性化合物を存在させておくことによって、注湯されたアルミニウム又はその合金の溶湯の表面に形成された酸化皮膜を還元し、溶湯の表面張力を低減する還元鑄造方法である。このため、溶湯の流動性や湯周性等を高めることができ、成型型 1 0 0 の転写性を高めることができる。

ところで、図 8 及び図 9 に示す成型型 1 0 8 に形成されている押湯部 1 0 8 は、キャビティ 1 0 4 に充填された溶湯の凝固に伴なう収縮に因って発生する押湯部 1 0 8 側の隙間を補充する溶湯を確保する部分である。このため、キャビティ 1 0 4 に充填された溶湯が凝固しても、押湯部 1 0 8 に充填された溶湯の少なくとも一部が凝固されず流動性を有していることが必要である。

この様に、押湯部 1 0 8 に充填された溶湯の凝固を、キャビティ 1 0 4 に充填された溶湯の凝固よりも遅くするには、押湯部 1 0 8 に注湯された溶湯の冷却速度をキャビティ 1 0 4 に充填された溶湯よりも遅くすることを要する。かかる冷却速度差の付与は、通常、押湯部 1 0 8 が冷却され難い形状、すなわち横断面積の大きな柱状形状に形成することが行われている。

## 【 0 0 0 6 】



しかしながら、押湯部 1 0 8 に充填された溶湯が凝固した部分は成形品ではないため、成形品から切り離される部分であり、再度溶融して再利用を図るにしてもエネルギー的に損失となる。

したがって、押湯部 1 0 8 を横断面積の大きな柱状形状に形成することは、成形品ではない部分の体積が増加し、成形型 1 0 0 に注湯した溶湯の歩留率の低下を招き、作業的及びエネルギー的な損失を大きくする。

そこで、本発明の課題は、成形型の押湯部を可及的に小さく形成しても、押湯部に注湯した溶湯の冷却速度を、キャビティに充填した溶湯よりも遅くなる冷却速度差を容易に付与し得る鑄造方法及び鑄造装置を提供することにある。

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者等は前記課題を解決すべく検討を行った結果、予め成形型 1 0 0 (図 9) のキャビティ 1 0 4 内に還元性化合物を存在させる還元鑄造方法によれば、塗型を用いることを要せず、内壁面が露出したキャビティ 1 0 4 に、表面に酸化皮膜が形成された溶湯を注湯しても、その流動性は良好であり、且つキャビティ 1 0 4 に充填された溶湯の冷却速度は、塗型を用いた場合よりも速いことを知った。

この知見に基づいて本発明者等は、内壁面が同一材料で形成された押湯部 1 0 8 とキャビティ 1 0 4 とに断熱差を付与すべく、押湯部 1 0 8 の内壁面に断熱効果を有する塗型剤等を塗布し、キャビティ 1 0 4 は内壁面が露出する状態とすることによって、押湯部 1 0 8 の断熱性をキャビティ 1 0 4 よりも向上した。

かかる断熱差を有する成形型に溶湯を注入したところ、押湯部 1 0 8 に充填された溶湯の冷却速度をキャビティ 1 0 4 に充填された溶湯の冷却速度よりも遅くでき、小形化された押湯部に充填された溶湯とキャビティに充填された溶湯との凝固時間差を確保できることを見出し、本発明に到達した。

#### 【 0 0 0 8 】

すなわち、本発明は、アルミニウム又はその合金の溶湯を成形型のキャビティ内に注湯し、所望形状の成形品を鑄造する際に、該成形型のキャビティ内で溶湯と還元性化合物とを接触せしめ、前記溶湯の表面に形成された酸化皮膜を還元し

つつ鑄造すると共に、前記成型型として、前記溶湯を注入する注湯口とキャビティとの間に押湯部が形成され、且つ前記押湯部とキャビティとの間に、前記押湯部に注湯された溶湯の冷却速度が前記キャビティに注湯された溶湯よりも遅くなる冷却速度差が付与されるように、前記押湯部をキャビティよりも高断熱性に形成されて成る成型型を使用し、前記成型型のキャビティに注湯された溶湯が凝固して収縮したとき、前記押湯部の少なくとも一部の溶湯がキャビティ内に流入して補充することを特徴とする鑄造方法にある。

また、本発明は、アルミニウム又はその合金の溶湯と還元性化合物とが成型型のキャビティ内で接触し、前記溶湯の表面に形成された酸化皮膜を還元して鑄造する還元鑄造に用いられる鑄造装置であって、該成型型の溶湯を注入する注湯口とキャビティとの間に、前記キャビティに注湯された溶湯が凝固して収縮したとき、前記キャビティ内に流入して補充する溶湯を貯留する押湯部が形成され、且つ前記押湯部とキャビティとの間に、前記押湯部に注湯された溶湯の冷却速度が前記キャビティに注湯された溶湯よりも遅くなる冷却速度差が付与されるように、前記押湯部がキャビティよりも高断熱性に形成されていることを特徴とする鑄造装置でもある。

#### 【0009】

かかる本発明において、キャビティに注湯された溶湯の冷却速度を $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上とすると共に、押湯部に注湯された溶湯の冷却速度を $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 未満とすること、或いは金属の溶湯として、アルミニウム又はその合金の溶湯を用い、キャビティに注湯された溶湯の冷却速度を、凝固されたアルミニウム又はその合金の樹枝状結晶の間隔が平均で $25\mu\text{m}$ 未満となるように調整すると共に、押湯部に注湯された溶湯の冷却速度を、凝固されたアルミニウム又はその合金の樹枝状結晶の間隔が平均で $25\mu\text{m}$ 以上となるように調整することによって、ヒケ等を更に少なくでき、得られた鑄造品の外観を更に良好にできる。

本発明に用いる成型型としては、押湯部の内壁面に断熱性塗型剤の塗布等の断熱処理を施し、キャビティの内壁面には前記断熱処理を施さなかった成型型、或いは押湯部が形成された成型型の部分が、前記成型型のキャビティ部を形成する材料よりも高断熱性の材料で形成されて成る成型型を用いることによって、押湯

部とキャビティとに容易に断熱差を付与できる。かかる成型型として、押湯部が形成された成型型の部分が、前記成型型のキャビティ部と分割可能に組み立てられて成る成型型を用いることによって、押湯部が形成された成型型の部分を共通部品として使用できる。

また、本発明では、金属の溶湯として、アルミニウム又はその合金の溶湯を用いたとき、還元性化合物としては、原料としてのマグネシウムガスと窒素ガスとを反応して得られるマグネシウム窒素化合物を好適に用いることができる。更に、かかる還元性化合物が成型型のキャビティ内で生成されるように、押湯部が形成された成型型の部分に、前記押湯部に溶湯を導入する溶湯導入路と、前記還元性化合物の原料をキャビティ内に導入する導入路とを形成することによって、キャビティへの導入路の途中の還元性化合物による閉塞等を防止できる。

尚、かかる本発明で用いる成型型では、押湯部の体積をキャビティの体積に対して5～20%とすることが、両者のバランス上好ましい。

#### 【0010】

本発明では、成型型のキャビティ内で溶湯と還元性化合物とを接触せしめ、溶湯の表面に形成された酸化皮膜を還元して溶湯の流動性を保持しつつ鑄造するため、キャビティの内壁面を露出した状態で鑄造できる。このため、通常の成型型の如く、酸化皮膜が表面に形成された溶湯の流動性等を向上し得る塗型剤をキャビティの内壁面等に塗布することを要しない。かかる塗型剤は、通常、断熱性も併せ有するため、この塗型剤が内壁面に塗布されたキャビティの放熱性は低下する。

この点、本発明では、かかる塗型剤を塗布することなく内壁面が露出したキャビティに溶湯を充填できるため、通常の成型型のキャビティよりも放熱性を著しく向上できる。

したがって、本発明で用いる成型型では、通常の成型型よりもキャビティの放熱性を極めて良好にし易く、押湯部の内壁面に断熱性を有する塗型剤等を塗布する等の断熱処理を施すことによって、押湯部の断熱性をキャビティよりも容易に向上できる。

この様に、成型型の押湯部を可及的に小さく形成しても、押湯部の断熱性をキ

ャビティよりも容易に高めることができ、押湯部に注湯した溶湯の冷却速度を、キャビティに充填した溶湯よりも容易に遅くできる結果、押湯部に充填された溶湯とキャビティに充填された溶湯との冷却速度差を大きくでき、凝固時間差を容易に確保できる。

## 【 0 0 1 1 】

## 【発明の実施の形態】

本発明に係る鑄造装置の概略を図 1 に示す。図 1 に示す鑄造装置 1 0 には、成型型 1 2 が設けられており、この成型型 1 2 には、アルミニウム又はその合金の溶湯が注湯される注湯口 1 2 a に接続されたキャビティ 1 2 b が形成されている。かかるキャビティ 1 2 b の内壁面は、金属製の下型 1 4 a と上型 1 4 b とを形成する金属の金属面が露出している。

成型型 1 2 には、配管 2 2 によって窒素ガスポンベ 2 0 と接続され、配管 2 2 のバルブ 2 4 を開放することにより、窒素ガス導入口 1 2 d からキャビティ 1 2 b 内に窒素ガスを注入し、キャビティ 1 2 b 内を窒素ガス雰囲気として実質的に非酸素雰囲気とすることができる。

また、アルゴンガスポンベ 2 5 は、配管 2 6 によって金属ガスを発生する発生器としての加熱炉 2 8 に接続されており、配管 2 6 に設けられたバルブ 3 0 を開放することによって加熱炉 2 8 内にアルゴンガスを注入できる。この加熱炉 2 8 内は、ヒータ 3 2 によって加熱可能に形成されており、炉内温度は、後述する金属ガスとしてマグネシウムガスを発生させるべく、マグネシウム粉末が昇華する 8 0 0 °C 以上とされている。

この配管 2 6 のバルブ 3 0 と加熱炉 2 8 との間にも、アルゴンガスの流量が所定流量となるように、バルブ 3 0 によって加熱炉 2 8 に注入されるアルゴンガスを調整できる。

## 【 0 0 1 2 】

かかるアルゴンガスポンベ 2 5 は、バルブ 3 3 が介装された配管 3 4 によって、マグネシウム粉末が収容されているタンク 3 6 に接続され、タンク 3 6 は配管 3 8 によって、バルブ 3 0 よりも下流側の配管 2 6 に接続されている。この配管 3 8 にもバルブ 4 0 が介装されている。加熱炉 2 8 は、配管 4 2 を介して成型型

12の金属ガス導入口12cに接続されており、加熱炉28でガス化された金属ガスは金属ガス導入口12cを介してキャビティ12b内に導入される。この配管42にも、バルブ45が介装されている。

アルゴンガスボンベ25から加熱炉28を経由してアルゴンガスを成形型12のキャビティ12bに注入する際に、バルブ45によってキャビティ12bに注入されるアルゴンガス量を調整できる。

### 【0013】

図1に示す鑄造装置に用いられている成形型12は、図2(a)に示す様に、金属製の下型14a、上型14b、及び硫酸カルシウムを焼成して形成したアダプター18とに分割できる分割型である。かかる下型14aと上型14bとによって、所望形状の成形品が鑄造されるキャビティ12bが形成される。

このアダプター18に形成されたアルミニウム又はその合金の溶湯を注湯する注湯口12aとキャビティ12bとの間には、注湯口12aに注湯された溶湯をキャビティ12bに案内する湯路21と押湯部16とが形成されている。押湯部16は、その横断面の面積が湯路21の横断面の面積積よりも大きく、押湯部16の体積をキャビティ12bの体積に対して5〜20%とすることが好ましい。

かかる湯路21には、加熱炉28にガス化された金属ガスが導入される金属ガス導入口12cからの金属ガス導入路23が繋ぎ込まれている。

また、アダプター18と上型14bとには、キャビティ12b内の気体を排気する排気孔25、25・・・が形成され、下型14aには、窒素ガス導入口12dから導入された窒素ガスをキャビティ内に導入する導入路27、27・・・が形成されている。

かかる排気孔25又は導入路27は、図2(b)に示す様に、横断面形状が円形の孔であって、孔内に横断面形状が四角形の柱状挿入体31が挿入され、蒲鉾形の通路29、29・・・を通じてキャビティ12b内に通じている。

### 【0014】

図1及び図2示す成形型12では、硫酸カルシウムを焼成して形成したアダプター18に、注湯口12a、湯路21、金属ガス導入口12c、金属ガス導入路23、及び排気孔25の一部を形成している。かかる湯路21等は、キャビティ

1 2 b の形状や成形品を押出す押出ピン（図示せず）等の配置に応じて形成することを要するが、アダプター 1 8 に成形予定の成形品に適合する湯路 2 1 等を形成することによって容易に対応することができる。

更に、かかるアダプター 1 8 を、下型 1 4 a 及び上型 1 4 b と同様に、金属製としてもよいが、硫酸カルシウムを焼成して形成したアダプター 1 8 を用いることによって、湯路 2 1 等の形成を容易とすることができる。

また、図 1 及び図 2 に示す成形型 1 2 では、押湯部 1 6 がキャビティ 1 2 b よりも高断熱性に形成されている。すなわち、押湯部 1 6 の内壁面には、断熱性塗型剤の塗布等の断熱処理が施されているが、キャビティ 1 2 b の内壁面は、金属製の下型 1 4 a と上型 1 4 b 成形型 1 2 を形成する金属の金属面が露出している状態である。

ここで、断熱性塗型剤としては、塗型を形成する際に、キャビティの内壁面等に塗布される塗型剤であって、高断熱性の塗型剤、例えばセラミックが配合された塗型剤を使用できる。

#### 【 0 0 1 5 】

この様に、成形型 1 2 の押湯部 1 6 をキャビティ 1 2 b よりも高断熱性に形成することによって、図 3 ( a ) に示す様に、押湯部 1 6 に充填した溶湯の冷却速度を、キャビティ 1 2 b に充填した溶湯よりも容易に遅くでき、押湯部 1 6 とキャビティ 1 2 b との間に大きな冷却速度差を付与できる。図 3 ( a ) において、A 点は成形型 1 2 に注湯する溶湯温度であり、B 点は溶湯が完全に凝固する温度である。従って、押湯部 1 6 に充填された溶湯が、キャビティ 1 2 b に流入し有効な押湯効果を奏し得る領域は、図 3 ( a ) に示す斜線の領域である。

一方、図 8 に示す従来の成形型 1 0 0 も、押湯部 1 0 8 及びキャビティ 1 0 4 の内壁面に断熱性塗型剤を塗布し、その際に、塗膜の厚さを押湯部 1 0 8 の内壁面をキャビティ 1 0 4 の内壁面よりも厚くした塗型とすることによって、図 3 ( b ) に示す如く、押湯部 1 0 8 に充填した溶湯の冷却速度を、キャビティ 1 0 4 に充填された溶湯の冷却速度よりも遅くできる。

しかし、図 3 ( b ) に示す従来の成形型 1 0 0 では、図 3 ( a ) に示す成形型 1 2 に比較して、その冷却速度差が小さく、押湯部 1 0 8 の溶湯がキャビティ 1

04に流入して有功な押湯効果を奏し得る領域も狭い。

これに対し、図3(a)に示す成形型12では、図3(b)に示す従来の成形型100に比較して、その冷却速度差が大きく、有功な押湯効果を奏し得る領域も広いため、押湯部16を小形化しても、押湯部16に充填された溶湯とキャビティ12bに充填された溶湯との凝固時間差を確保できる。

#### 【0016】

図3(a)に示す様に、押湯部16に充填された溶湯とキャビティ12bに充填された溶湯との凝固時間差を十分に確保するには、キャビティ12bに注湯された溶湯の冷却速度を、 $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上（更に好ましくは $700^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上）とすると共に、押湯部16に注湯された溶湯の冷却速度を、 $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 未満（更に好ましくは $300^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下）とすることによって達成できる。特に、両者の冷却速度差を $200^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上とするように調整することが好ましい。

ここで、溶湯として、アルミニウムの溶湯を用い、キャビティ12bに注湯された溶湯の冷却速度及び押湯部16に注湯された溶湯の冷却速度を種々変更することによって、キャビティ12b及び押湯部16に充填されて凝固されたアルミニウムの一部分を採取し、電子顕微鏡によって樹枝状結晶（デンドライト）の間隔を測定した。その結果を図4に示す。図4は、横軸に冷却速度を示し、縦軸に凝固されたアルミニウム又はその合金の樹枝状結晶（デンドライト）の間隔を「DASII値」として示した。

000000000 図4から明きからな様に、冷却速度が $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上に調整されたキャビティ12bに充填されて凝固されたアルミニウムの樹枝状結晶（デンドライト）の間隔は平均で $25\mu\text{m}$ 未満となり、冷却速度が $500^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 未満に調整された押湯部16に充填されて凝固されたアルミニウムの樹枝状結晶（デンドライト）の間隔は平均で $25\mu\text{m}$ 未満となる。

かかるアルミニウムの樹枝状結晶（デンドライト）の間隔が小さくなることは、アルミニウムの結晶構造が緻密となり、得られたアルミニウム鋳物の機械的強度等を向上でき有利である。このため、キャビティ12bに充填されて凝固されたアルミニウムの樹枝状結晶（デンドライト）の間隔を $23\mu\text{m}$ 以下、特に $20\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

尚、押湯部 1 6 に充填されて凝固されたアルミニウムの部分は、その樹枝状結晶（デンドライト）の間隔がキャビティ 1 2 b に充填されて凝固されたアルミニウムよりも大きく、機械的強度等も劣るが、キャビティ 1 2 b に充填されて凝固された製品となる部分から切り離されるため、何等问题とならない。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 及び図 2 に示す鑄造装置 1 0 を用いてアルミニウム鑄造する際には、先ず、バルブ 2 4 を開放し、窒素ガスボンベ 2 0 から配管 2 2 を経て成形型 1 2 のキャビティ 1 2 b 内に窒素ガスを注入し、キャビティ 1 2 b 内の空気を窒素ガスによってパージする。キャビティ 1 2 b 内の空気は成形型 1 2 の排気孔 2 5, 2 5 ・ ・ から排出され、キャビティ 1 2 b 内を窒素ガス雰囲気とし、実質的に非酸素雰囲気とすることができる。その後、バルブ 2 4 を一端閉じる。

成形型 1 2 のキャビティ 1 2 b 内の空気をパージしている際に、バルブ 3 0 を開放して加熱炉 2 8 内に、アルゴンガスボンベ 2 0 からアルゴンガスを注入し、加熱炉 2 8 内を無酸素状態とする。

次いで、バルブ 3 0 を閉じ、バルブ 4 0 を開放し、アルゴンガス圧によりタンク 3 6 内のマグネシウム粉末をアルゴンガスと共に加熱炉 2 8 内に送り込む。加熱炉 2 8 は、ヒータ 3 2 によりマグネシウム粉末が昇華する 8 0 0 ℃ 以上の炉内温度になるように加熱されている。このため、加熱炉 2 8 に送り込まれたマグネシウム粉末は昇華してマグネシウムガスとなる。

## 【 0 0 1 8 】

次に、バルブ 4 0 を閉じてバルブ 3 0 及びバルブ 4 5 を開放し、アルゴンガスの圧力、流量を調節しつつ、配管 4 2、成形型 1 2 の金属ガス導入口 1 2 c、金属ガス導入路 2 3、湯路 2 1 及び押湯部 1 6 を経てマグネシウムガスをキャビティ 1 2 b 内に注入する。

キャビティ 1 2 b 内にマグネシウムガスを注入した後、バルブ 4 5 を閉じ且つバルブ 2 4 を開放し、窒素ガス導入口 1 2 d から導入路 2 7, 2 7 ・ ・ を経由してキャビティ 1 2 b 内に窒素ガスを注入する。この様に、成形型 1 2 内に窒素ガスを注入することによって、マグネシウムガスと窒素ガスとをキャビティ 1 2 b 内で反応させてマグネシウム窒素化合物 ( $Mg_3N_2$ ) を生成する。このマグネシ



ウム窒素化合物は、キャビティ 1 2 b 内壁面に粉体として析出する。

窒素ガスをキャビティ 1 2 b 内に注入する際には、窒素ガスの圧力及び流量を適宜調節して行う。窒素ガスとマグネシウムガスとが反応し易いように窒素ガスを予熱して成型型 1 2 の温度が低下しないようにして注入することも好ましい。反応時間は 5 秒～9 0 秒程度（好ましくは 1 5 秒～6 0 秒程度）でよい。反応時間を 9 0 秒よりも長くしても、成型型 1 2 の型温が低下し反応性が低下する傾向にある。

#### 【 0 0 1 9 】

キャビティ 1 2 b の内壁面にマグネシウム窒素化合物が付着した状態で、注湯口 1 2 a からアルミニウムの溶湯を注湯し、湯路 2 1 及び押湯部 1 6 を経由してキャビティ 1 2 b 内に溶湯を注入する。溶湯の注入は、キャビティ 1 2 b、押湯部 1 6 及び注湯口 1 2 a が溶湯で充填されるまで続行する。

かかる溶湯の注入の際に、キャビティ 1 2 b 内に注湯された溶湯は、キャビティ 1 2 b の内壁面に付着しているマグネシウム窒素化合物と接触し、マグネシウム窒素化合物が溶湯表面の酸化被膜から酸素を奪うことによって、溶湯表面が純粋なアルミニウムに還元される。

更に、キャビティ 1 2 b 内に残存する酸素は、マグネシウム窒素化合物と反応し酸化マグネシウム又は水酸化マグネシウムとなって溶湯中に取り込まれる。この様にして生成される酸化マグネシウム等は少量であり、且つ安定な化合物であるため、得られるアルミニウム鑄造品の品質に悪影響は与えることはない。

この様に、マグネシウム窒素化合物がアルミニウムの溶湯表面の酸化皮膜から酸素を奪いにとって純粋なアルミニウムを形成するため、溶湯表面に酸化皮膜を形成することなく鑄造できる。このため、鑄造工程中に溶湯の表面張力が酸化皮膜によって増大することを防止でき、溶湯の濡れ性、流動性、湯周り性を良好にできる。その結果、キャビティ 1 2 b の内壁面との決めの転写性（平滑性）に優れ、且つ湯ジワ等が生じない良好な鑄造品を得ることができる。

#### 【 0 0 2 0 】

ところで、キャビティ 1 2 b や押湯部 1 6 等に充填された溶湯は、冷却されて凝固されるが、押湯部 1 6 の内壁面には、断熱性塗型剤が塗布されて断熱処理が

施されている。一方、キャビティ 1 2 b の内壁面は、金属製の下型 1 4 a と上型 1 4 b とを形成する金属の金属面が露出している。このため、キャビティ 1 2 b に充填された溶湯の冷却速度は、図 3 ( a ) に示す様に、押湯部 1 6 に充填された溶湯よりも速い。従って、キャビティ 1 2 b に充填された溶湯は、押湯部 1 6 に充填された溶湯よりも早く凝固される。

かかるキャビティ 1 2 b の溶湯が凝固する際に、溶湯の凝固に伴う収縮によってキャビティ 1 2 b の押湯部 1 6 側に隙間が形成される。一方、キャビティ 1 2 b よりも冷却速度の遅い押湯部 1 6 には依然として溶湯が残留しているため、押湯部 1 6 の残留溶湯がキャビティ 1 2 b の押湯部 1 6 側に隙間に流入し、ヒケ等のない良好な成形品を製造することができる。

更に、キャビティ 1 2 b の内壁面には、酸化皮膜が表面に形成された溶湯の流動性等を向上し得る塗型剤が塗布されてないため、表面が極めて平滑な成形品を得ることができる。

#### 【 0 0 2 1 】

この様に、押湯部 1 6 の放冷速度を、その内壁面に断熱性塗型剤を塗布することによって、内壁面に断熱性塗型剤が塗布されていないキャビティ 1 2 b の冷却速度よりも遅くでき、押湯部 1 6 とキャビティ 1 2 b とに充填された溶湯に十分な凝固時間差を付与できるため、押湯部 1 6 の体積の減少を図ることができる。このため、成形品から突出して切り離される柱状部を可及的に小さくできる結果、成形型 1 2 に注湯した溶湯の歩留率を向上でき、作業的及びエネルギー的な損失を可及的に少なくできる。

図 1 及び図 2 に示す成形型 1 2 では、押湯部 1 6 の溶湯をキャビティ 1 2 b 内に重力で流入させていたが、図 2 ( a ) に示す成形型 1 2 のアダプター 1 8 を上型 1 4 b から取り外し可能とし、キャビティ 1 2 b に充填された溶湯が凝固したとき、アダプター 1 8 を取り外して、押湯部 1 6 の溶湯をキャビティ 1 2 b 側に強制的に押圧することによって、得られる成形品のヒケ等の発生を更に減少できる。

この押湯部 1 6 の溶湯を押圧する時期は、キャビティ 1 2 b に充填された溶湯が実質的に凝固された状態で且つ押湯部 1 6 の溶湯が流動性を有している状態の

時期である。かかる押圧の最適時期は、成型型12によって異なるため、成型型12ごとに予め実験的に求めておくことが好ましい。

また、押湯部16の溶湯を押圧する押圧手段としては、図5に示す様に、上下動可能なピストン35を用いることができる。

#### 【0022】

図1、図2及び図5に示す成型型12では、押湯部16を上型14bに形成しているが、押湯部16に充填された溶湯が凝固して形成された部分は成型品から切除される切除部であるため、金属製の成型型14bに形成することは要しない。このため、硫酸カルシウムを焼成して形成したアダプター18と成型型14bとに亘って押湯部16を形成してもよい。この場合、硫酸カルシウムを焼成して形成したアダプター18は、金属製の成型型14a、14bよりも低熱伝導率、すなわち断熱性が良好であるため、図6に示す様に、アダプター18内に形成された押湯部16の部分の体積が、成型型14b内に形成された押湯部16の部分の体積よりも大となるように、押湯部16を形成することによって、押湯部16の内壁面に断熱性塗型剤を塗布しなくても、金属製の成型型14a、14bに形成されたキャビティ12bよりも断熱性を向上できる。

#### 【0023】

また、図5に示す様に、押圧手段によって押湯部16の溶湯を押圧する場合には、図7に示す様に、アダプター18と成型型14bとの間に、金属製の成型型14b及び成型型14aよりも低熱伝導率、すなわち断熱性が良好な挿入板37を挿入し、挿入板37と成型型14bとに亘って押湯部16を形成してもよい。

かかるアダプター18と挿入板37とは相互に取り外しが可能であり、挿入板37も成型型14bから取り外し可能である。このため、キャビティ12bに充填された溶湯が凝固されたとき、アダプター18を取り外すことによって、図5に示す押圧手段としてのピストン35によって押湯部16の溶湯を押圧できる。

この挿入板37としては、硫酸カルシウムを焼成して形成した挿入板を用いることができ、挿入板37に形成する押湯部16の部分の体積が、図7に示す様に、成型型14b内に形成した押湯部16の部分の体積よりも大となるように、押湯部16を形成することによって、押湯部16の内壁面に断熱性塗型剤を塗布しな

くても、金属製の下型 1 4 a, 1 4 b に形成されたキャビティ 1 2 b よりも断熱性を向上できる。

#### 【 0 0 2 4 】

図 1、図 2 及び図 5 ～ 図 7 に示す成形型 1 2 では、アダプター 1 8 及び挿入板 3 7 を、硫酸カルシウムを焼成して形成しているが、金属製であってもよく、セラミック製であってもよい。

但し、押湯部 1 6 を実質的に形成するアダプター 1 8 又は挿入板 3 7 を金属製とした場合には、押湯部 1 6 の内壁面に断熱性塗型剤を塗布し、押湯部 1 6 の断熱性をキャビティ 1 2 b よりも向上することを要する。

また、図 1 に示す加熱炉 2 8 を、図 7 に示す様に、成形型 1 2 の金属ガス導入口 1 2 c の直上に設けてもよく、或いは加熱炉 2 8 でガス化された金属ガスとしてのマグネシウムガスと、金属ガスと反応する反応性ガスとしての窒素ガスとを反応させて還元性化合物であるマグネシウム窒素化合物 ( $Mg_3N_2$ ) を生成する反応槽 3 9 を成形型 1 2 の金属ガス導入口 1 2 c の直上に設けてもよい。

尚、以上の説明では、溶湯としてアルミニウム又はその合金の溶湯を用いた鑄造方法について説明してきたが、本発明はマグネシウム又は鉄等の金属、又はこれらの合金の溶湯を用いた鑄造方法にも適用できる。

#### 【 0 0 2 5 】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、成形型の押湯部を可及的に小さく形成しても、押湯部に注湯した溶湯の冷却速度を、キャビティに充填した溶湯の冷却速度よりも遅い冷却速度差を付与できる。その結果、成形型に注湯した溶湯の歩留率を向上でき、作業的及びエネルギー的な損失を可及的に少なくできる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明に係る鑄造装置の一例を説明するための概略図である。

##### 【図 2】

図 1 に示す鑄造装置に用いられている成形型の断面図及び部分断面図である。

##### 【図 3】

図 1 に示す鑄造装置に用いられている成形型と従来の成形型との押湯部及びキャビティの各々に充填された溶湯の冷却速度を示すグラフである。

【図 4】

アルミニウムの溶湯の冷却速度と凝固されたアルミニウムの樹枝状結晶の間隔との関係を示すグラフである。

【図 5】

図 2 に示す成形型の他の例を説明する断面図である。

【図 6】

図 2 に示す成形型の他の例を説明する断面図である。

【図 7】

図 2 に示す成形型の他の例を説明する断面図である。

【図 8】

従来の鑄造方法で使用される成形型を説明するための断面図である。

【図 9】

本発明者の二人が、先に提案したアルミニウム鑄造方法を説明する説明図である。

【符号の説明】

- 1 0 鑄造装置
- 1 2 成形型
- 1 2 a 注湯口
- 1 2 b キャビティ
- 1 2 c 金属ガス導入口
- 1 2 d 窒素ガス導入口
- 1 6 押湯部
- 1 8 アダプター
- 2 0 窒素ガスポンペ
- 2 1 湯路
- 2 3 金属ガス導入路
- 2 5 アルゴンガスポンペ

2 7 導入路

2 8 加熱炉

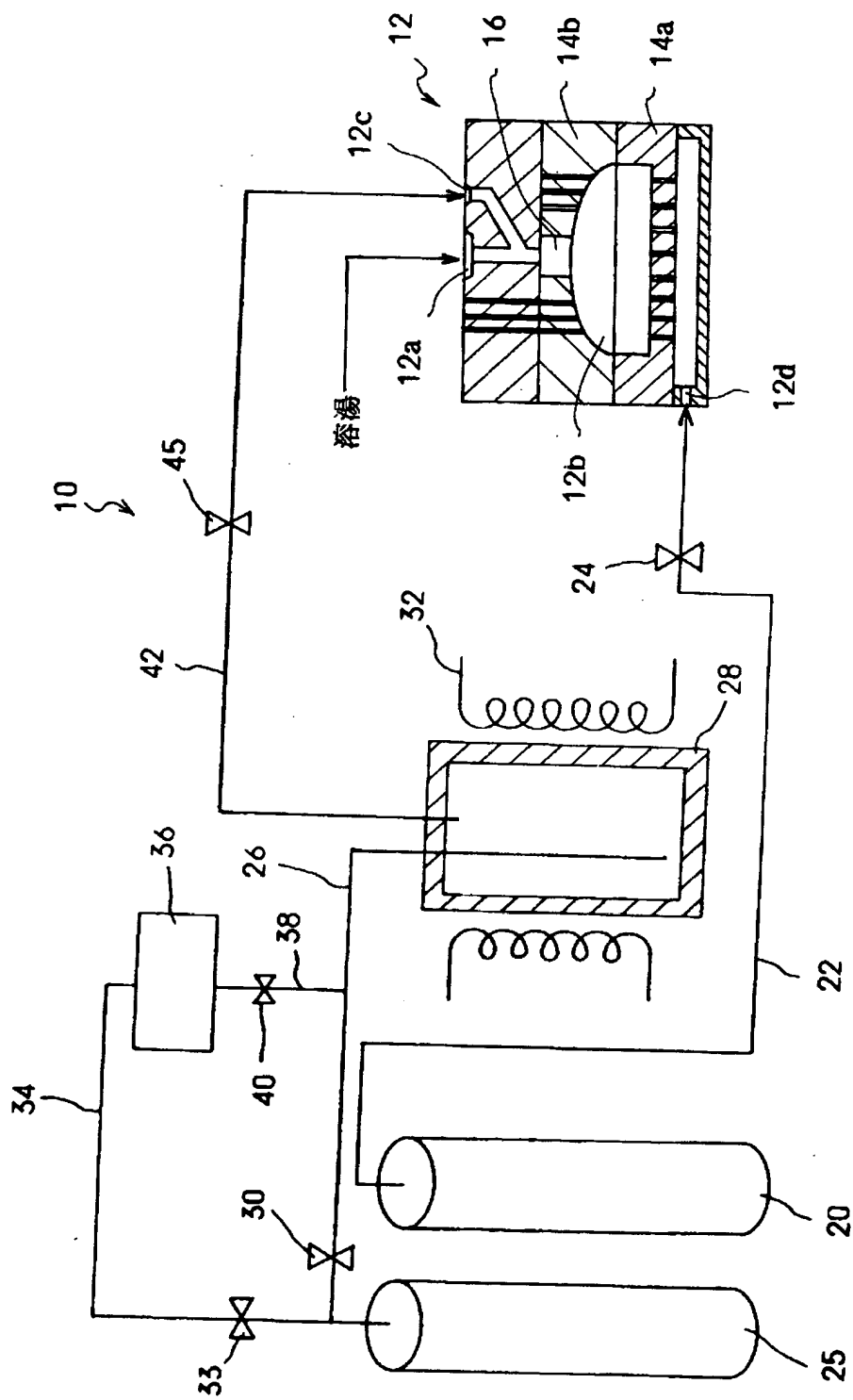
3 6 マグネシウム粉末の収容タンク

3 7 挿入板

3 9 マグネシウム窒素化合物 ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) の生成反応槽

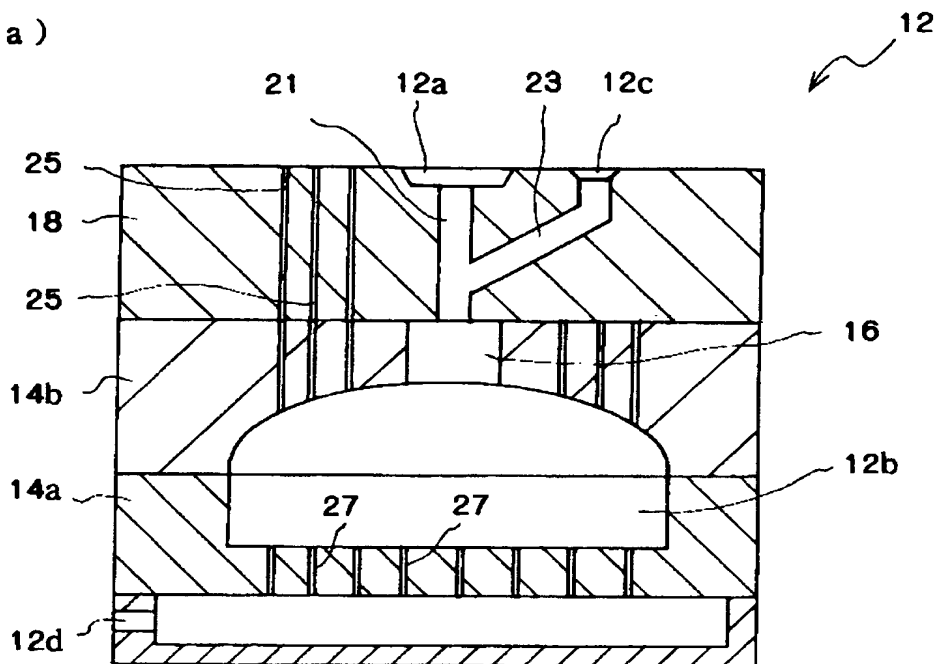
【書類名】 図面

【図 1】

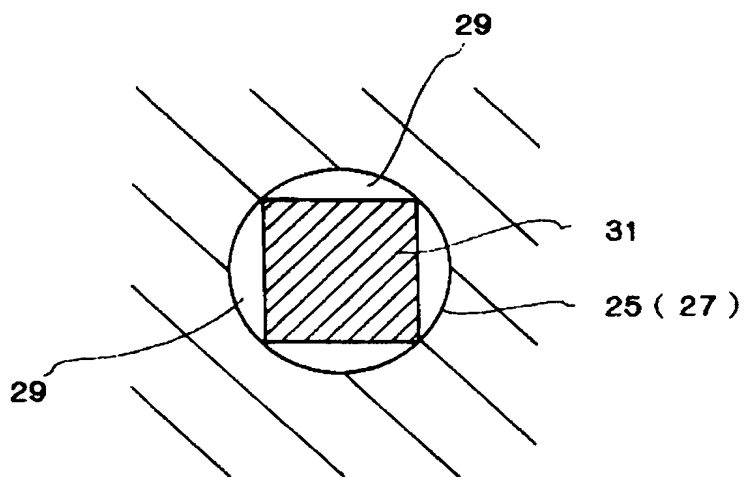


【図 2】

( a )



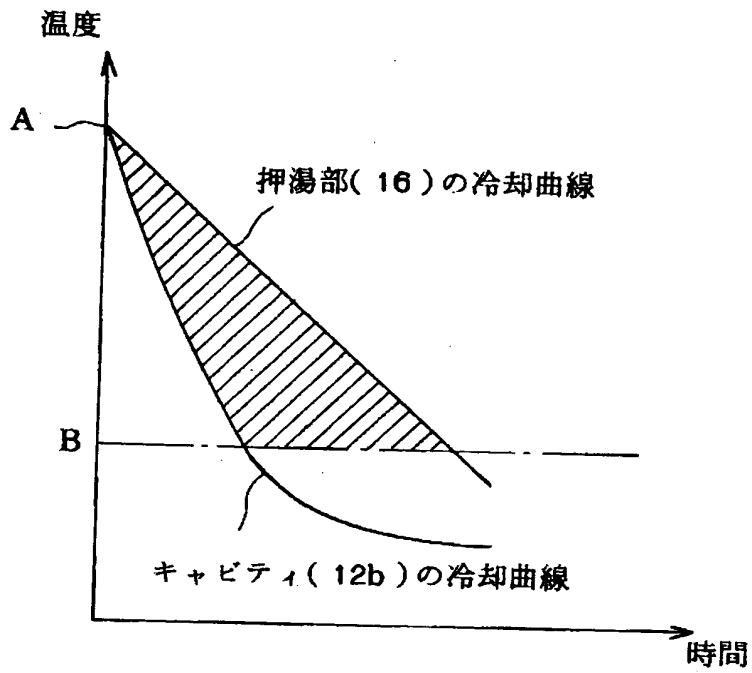
( b )



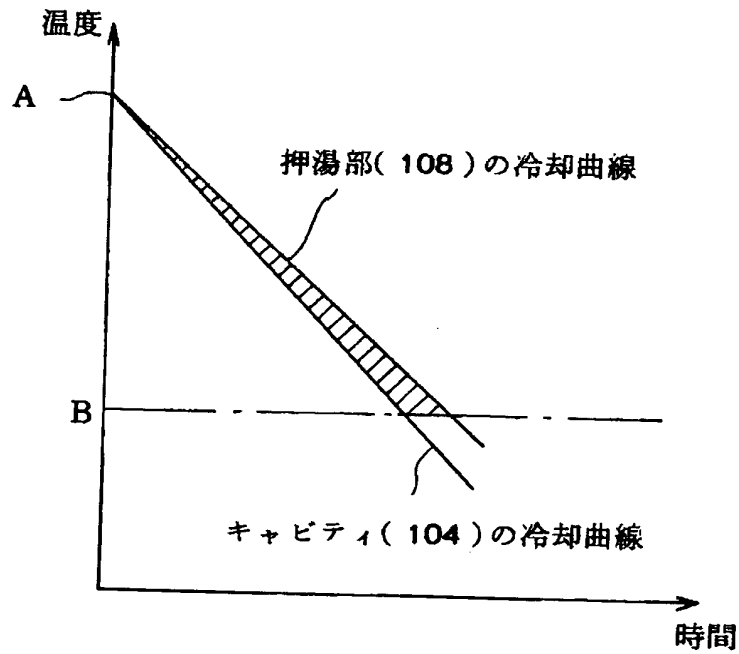


【図3】

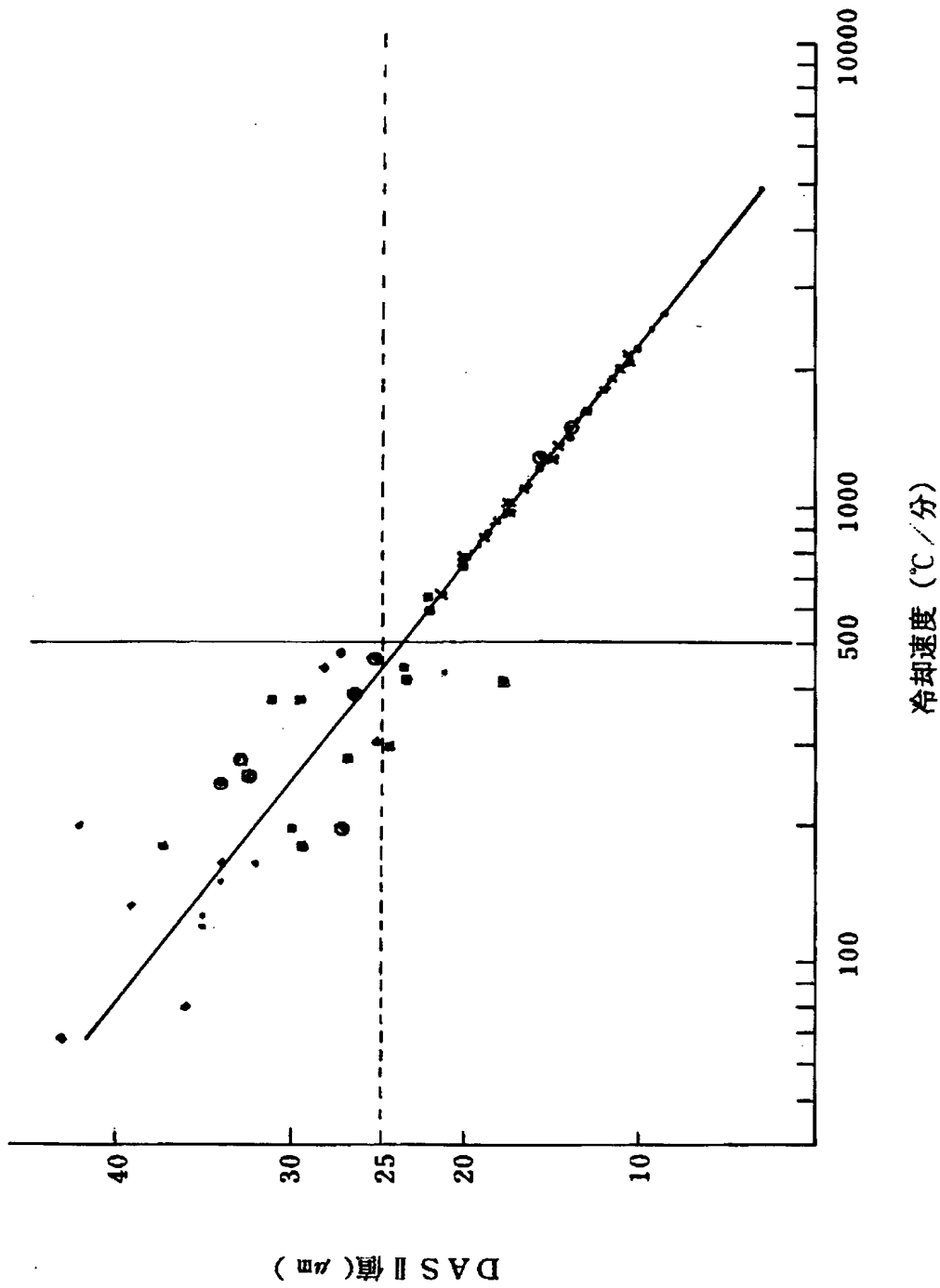
(a)



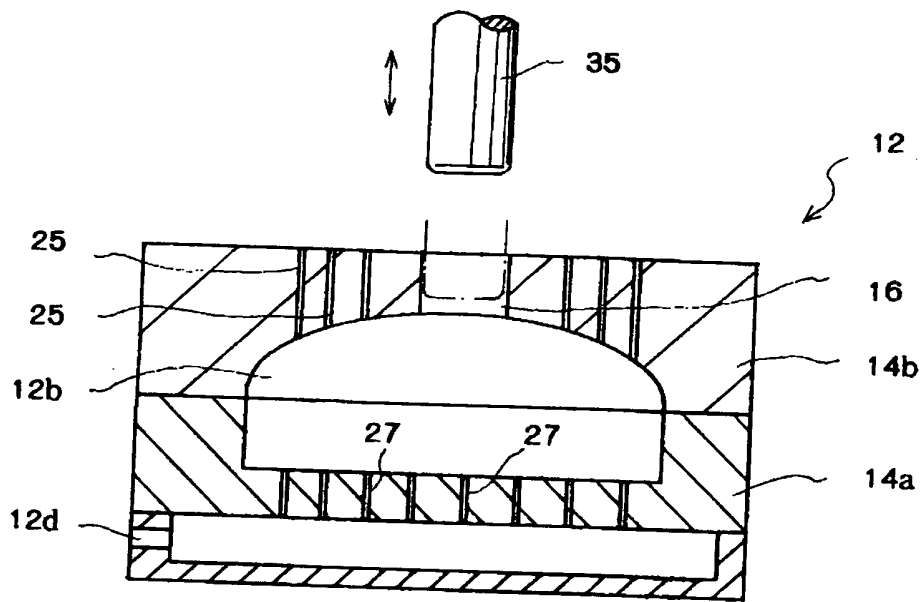
(b)



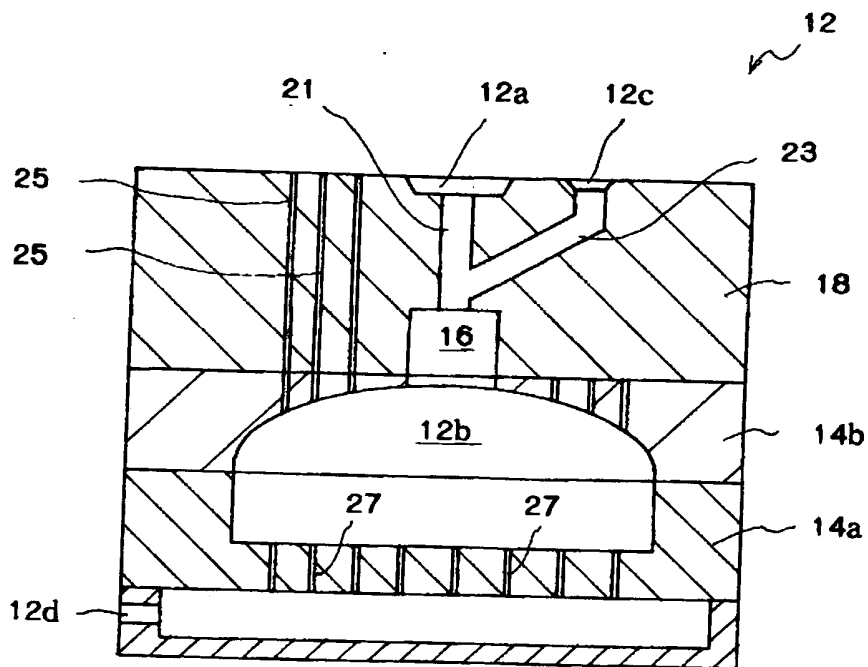
【図4】



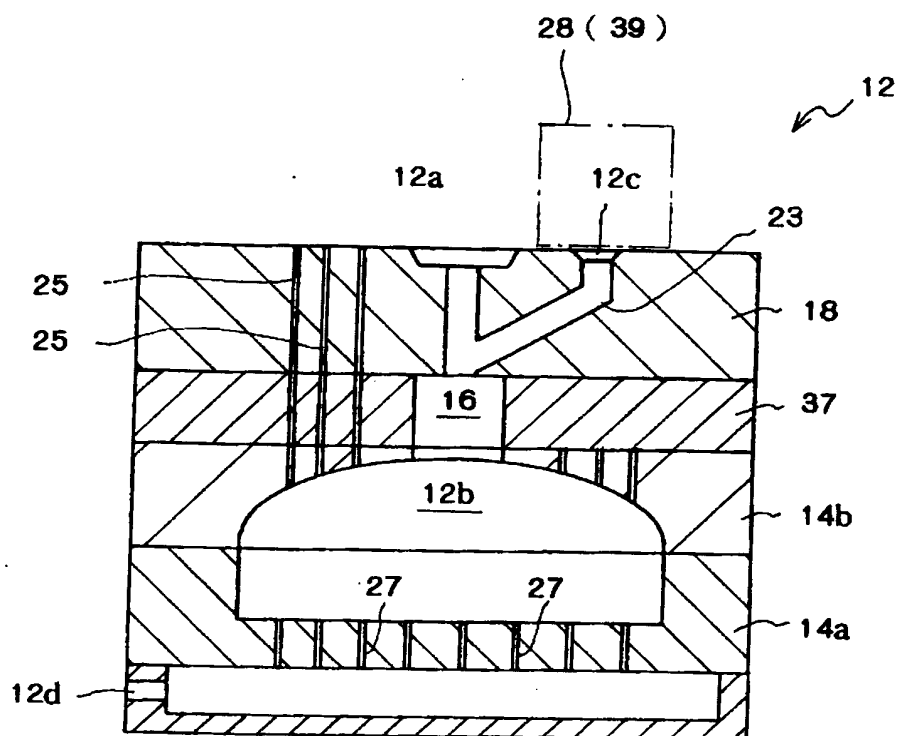
【図5】



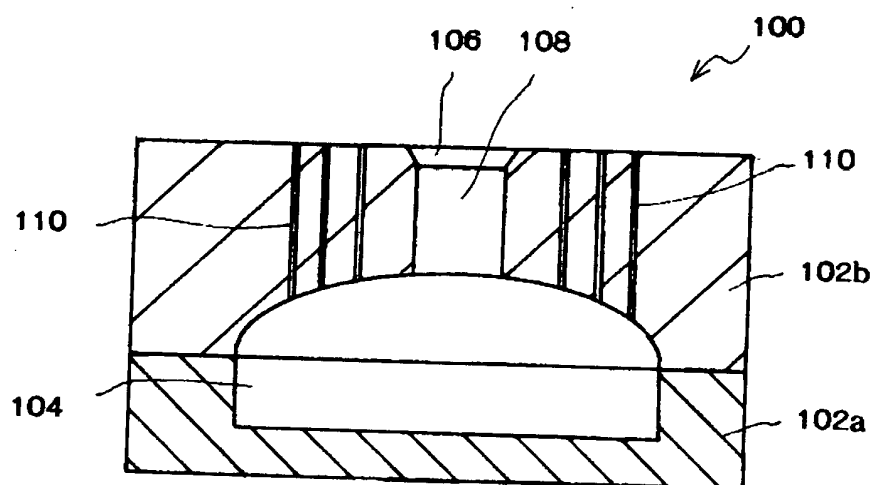
【図6】



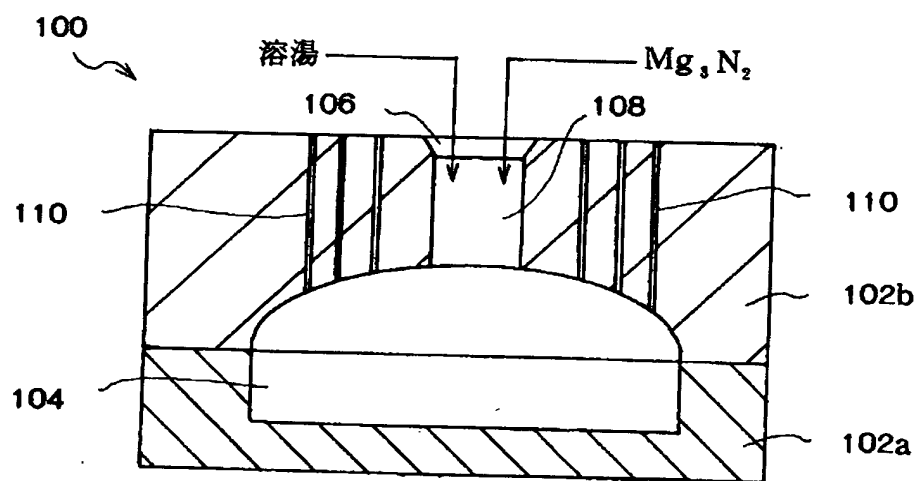
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 成型型の押湯部を可及的に小さく形成しても、押湯部に注湯した溶湯の冷却速度を、キャビティに充填した溶湯の冷却速度よりも遅い冷却速度差を容易に付与し得る鑄造方法を提供する。

【解決手段】 アルミニウム又はその合金の溶湯を成型型12のキャビティ12b内に注湯し、所望形状の成形品を鑄造する際に、該成型型12のキャビティ12b内で溶湯と還元性化合物とを接触せしめ、前記溶湯の表面に形成された酸化皮膜を還元しつつ鑄造すると共に、成型型12として、前記溶湯を注入する注湯口12aとキャビティ12bとの間に押湯部16が形成され、且つ押湯部16とキャビティ12との間に、押湯部16に注湯された溶湯の冷却速度がキャビティ12bに注湯された溶湯よりも遅くなる冷却速度差が付与されるように、押湯部をキャビティ12bよりも高断熱性に形成して成る成型型を使用し、成型型12のキャビティ12bに注湯された溶湯が凝固して収縮したとき、押湯部16の少なくとも一部の溶湯がキャビティ12b内に流入して補充することを特徴とする。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000226677]

1. 変更年月日

1990年 8月 8日

[変更理由]

新規登録

住 所

長野県上田市大字国分840番地

氏 名

日信工業株式会社